

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 27 AUG 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

- 102 34 085.4

Anmeldetag:

26. Juli 2002

Anmelder/Inhaber:

Koenig & Bauer Aktiengesellschaft, Würzburg/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Analyse von Farbabweichungen
von Bildern mit einem Bildsensor

IPC:

H 04 N 1/56

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Faust



Beschreibung

Verfahren zur Analyse von Farbabweichungen von Bildern mit einem Bildsensor

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse von Farbabweichungen von Bildern mit einem Bildsensor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Das in der Technik meist verwendete trichromatische Modell zur Beschreibung von additiven Farbbildern ist das RGB-Modell. Im RGB-Modell wird der Farbraum durch die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau beschrieben. Nachteilig an diesem Modell ist insbesondere, dass die durch das RGB-Modell vorgenommene Beschreibung nicht dem Empfinden des menschlichen Auges entspricht, da insbesondere das Verhalten der menschlichen Perzeption, also die Wahrnehmung durch die Sinnesorgane, keine Berücksichtigung findet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Analyse von Farbabweichungen von Bildern mit einem Bildsensor zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Im menschlichen Auge existieren drei Zapfentypen, die in unterschiedlichen Spektralbereichen absorbieren. Die maximale Absorption des S-Zapfentyps liegt im blauen Bereich und zwar bei 420nm, der M-Zapfentyp absorbiert maximal im grünen Spektralbereich und zwar bei 534nm und der L-Zapfentyp hat sein Absorptionsmaximum bei 564nm im Gelb/Roten Spektralbereich. Man nennt das Sehen mit drei Zapfentypen trichomatisches Sehen. Die einzelnen Farbeindrücke werden durch unterschiedliche Erregungsstärken der einzelnen Zapfensorten ausgelöst. Gleiche Erregung aller Zapfen führt zum Eindruck der Farbe weiß. Mit dem trichromatischen Sehmodell können aber Farbempfindungsphänomene wie beispielsweise der Farbantagonismus und die

Farbkonstanz nicht erklärt werden.

Farbantagonismus bedeutet, dass bestimmte Farben nie in Übergängen gesehen werden können, dass also kein Farbübergang zwischen diesen Farben möglich ist. Farben die den Farbantagonismus zeigen nennt man Gegen- oder Komplementärfarben. Zu nennen sind hier die Farbpaare Rot/Grün und Blau/Gelb sowie Schwarz/Weiß.

Bei der Farbkonstanz wird die unterschiedliche spektrale Verteilung des Lichts, die beispielsweise abhängig von Wetter oder Tageslichtverhältnissen ist, ausgeglichen.

1920 entwickelte Hering die Gegenfarbentheorie um diese Farbbeimpfindungsphänomene abweichend vom klassischen trichromatischen Farbmodell zu erklären. Das Gegenfarbmodell geht davon aus, dass die Zapfen in rezeptiven Feldern, nämlich in Blau/Gelb-Feldern und Rot/Grün-Feldern angeordnet sind. Unter rezeptiven Feldern sind hier Neuronen zu verstehen und die Art und Weise, wie die von den Zapfen kommenden Lichtsignale durch die Neuronen weiter verarbeitet werden. Für das Farbsehen sind im Wesentlichen zwei Arten von rezeptiven Feldern verantwortlich. Das erste rezeptive Feld bezieht seinen Input aus den L- und M-Zapfen, das zweite rezeptive Feld aus den S-Zapfen zusammen mit unterschiedlich gewichteten Signalen der L- und M-Zapfen. Man geht davon aus, dass in der Ebene der Neuronen oder rezeptiven Felder eine subtraktive Farbmischung der Erregungen der Zapfen vorgenommen wird.

Beim Verfahren zur Analyse von Farbabweichungen von Druckbildern wird in an sich bekannter Weise das vom Bildsensor empfangene Bildsignal pixelweise analysiert. Um die drei Zapfensorten des menschlichen Auges mit ihrer unterschiedlichen spektralen Empfindlichkeit nachzubilden, wird gemäß der Erfindung das Bildsignal durch den Bildsensor in drei voneinander getrennten Farbkanälen aufgenommen. Jeder der drei Farbkanäle besitzt eine charakteristische spektrale Empfindlichkeit. Die beiden rezeptiven Felder, welche die zweite Stufe der Farbverarbeitung beim menschlichen Sehen

6

darstellen, werden durch entsprechende Verknüpfung der Bildsensorsignale der drei voneinander getrennten Farbkanäle simuliert. Das Rot/Grün-Feld der menschlichen Farbwahrnehmung fällt im technischen Modell den ersten Gegenfarbkanal dar. Das Ausgangssignal des ersten Gegenfarbkanals wird durch Verknüpfung des Bildsensorsignals eines ersten Farbsignals mit dem Bildsensorsignal eines zweiten Farbkanals generiert. Die Verknüpfung geschieht mittels einer Berechnungsvorschrift, welche aus zumindest einer Rechenregel besteht. Das Blau/Gelb-Feld wird im technischen Modell durch Verknüpfung des Bildsensorsignals eines dritten Farbkanals mit einer Kombination aus den Bildsensorsignalen des ersten und des zweiten Farbkanals erzeugt. Das Blau/Gelb-Feld entspricht im technischen Modell dem zweiten Gegenfarbkanal. Das Ausgangssignal des zweiten Gegenfarbkanals wird durch die vorgehend beschriebene Verknüpfung generiert. Die Verknüpfung geschieht mittels einer zweiten Berechnungsvorschrift, welche aus zumindest einer Rechenregel besteht. Um den Bildinhalt des untersuchten Pixel zu bewerten, findet im nächsten Schritt eine Klassifikation der Ausgangssignale der beiden Gegenfarbkanäle statt. Dadurch wird entschieden, ob der Bildinhalt des untersuchten Pixel einer bestimmten Klasse entspricht, wodurch eine gut/schlecht Klassifikation getroffen werden kann.

In welchem spektralen Bereich die drei Farbkanäle des Verfahrens liegen, ist für das Prinzip der Erfindung ohne wesentlichen Belang, solange es sich um voneinander getrennte Farbkanäle handelt. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass die drei Farbkanäle den Grundfarben des RGB-Modells, nämlich Rot, Grün und Blau entsprechen. Dies hat den Vorteil, dass auf ein weit verbreitetes Farbmodell zurückgegriffen werden kann.

Um die spektrale Empfindlichkeit jedes Farbkanals an das spektrale Empfinden der entsprechenden Zapfen der Retina des menschlichen Auges anzugleichen, ist es sinnvoll, wenn jeder Farbkanal in seiner spektralen Empfindlichkeit an die spektrale Empfindlichkeit der Zapfen angepasst werden kann.

In welcher Art und Weise die beiden Ausgangssignale der Gegenfarbkanäle generiert werden, ist für das Prinzip der Erfindung von untergeordneter Bedeutung. Eine Möglichkeit besteht darin, dass eine Rechenregel der ersten Berechnungsvorschrift eine gewichtete Differenzbildung des Bildsensordesignals des zweiten Farbkanals vom Bildsensordesignal des ersten Farbkanals und / oder eine Rechenregel der zweiten Berechnungsvorschrift eine gewichtete Differenzbildung der gewichteten Summe der Bildsensordesignale des ersten und zweiten Farbkanals vom Bildsensordesignal des dritten Farbkanals vorsieht.

Nach einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird zumindest ein Signal in zumindest einem Gegenfarbkanal nach und / oder vor der Verknüpfung einer Transformationsvorschrift, insbesondere einer nichtlinearen Transformationsvorschrift, unterzogen. Eine Transformation hat insbesondere den Vorteil, dass der digitale Charakter von elektronisch erzeugten Aufnahmen Berücksichtigung finden kann. Ebenfalls ist es durch Transformationsvorschriften möglich, ein Signal aus dem Farbraum in einen Raum zu transformieren, in welchem die Erregung der Zapfen beschrieben werden kann. In vielen Ausführungsbeispielen werden die Signale in beiden Gegenfarbkanälen einer Transformation unterzogen.

Da die rezeptiven Felder beim menschlichen Sehen durch ein Tiefpassverhalten charakterisiert sind, ist es sinnvoll, wenn zumindest ein Signal in zumindest einem Gegenfarbkanal mittels eines Tiefpassfilters gefiltert wird. Nach einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das Ausgangssignal jedes Gegenfarbkanals mittels eines Tiefpassfilters gefiltert.

Nach einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das Verfahren einen Lernmodus und einen Inspektionsmodus auf. Während des Lernmodus wird zumindest ein Referenzbild pixelweise analysiert und die durch das Referenzbild erzeugten

25.07.02

8

Ausgangssignale der beiden Gegenfarbkanäle in einem Referenzdatenspeicher gespeichert. Konkret bedeutet das, dass der Bildinhalt des Referenzbilds in drei Farbkanälen aufgezeichnet wird, die Bildsignale jedes Farbkanals empfindungsgemäß angepasst werden und anschließend entsprechend dem Gegenfarbmodell miteinander verknüpft werden. Die Ausgangssignale jedes Gegenfarbkanals werden dann pixelweise im Referenzdatenspeicher gespeichert. Im nachfolgenden Inspektionsmodus werden dann die durch ein Prüfbild erzeugten Ausgangssignale des entsprechenden Pixels mit den entsprechenden Wert des Referenzdatenspeichers verglichen und eine Klassifikationsentscheidung getroffen.

Um zulässige Schwankungen des Bildinhalts, wie auch Schwankungen der Bedingungen bei der Bildaufnahme zu berücksichtigen ist es sinnvoll, wenn die im Referenzdatenspeicher gespeicherten Werte durch die Analyse mehrerer Referenzdatensätze gebildet werden, so dass für jeden Wert im Referenzdatenspeicher ein zulässiges Toleranzfenster festgelegt wird innerhalb dessen ein bei der Bildinspektion erzeugter Ausgangssignalwert eines Gegenfarbkanals schwanken kann. Der Sollwert des Ausgangssignals eines Gegenfarbkanals kann hierbei beispielsweise durch arithmetische Mittelwertbildung der Einzelwerte die sich aus den Referenzdatensätzen ergeben ermittelt werden. Das Toleranzfenster kann beispielsweise durch die Minimal- und Maximalwerte oder durch die Standardabweichung der durch die untersuchten Referenzbilder erzeugten Ausgangssignale der Gegenfarbkanäle jedes Pixels festgelegt werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 schematische Darstellung des Verfahrens zur Analyse von Farbabweichungen von Druckbildern mit einem Gegenfarbmodell;

Fig. 2 einen Ablaufplan des Lern- und Inspektionsmodus.

Wie in der Fig. 1 zu erkennen ist, erfolgt die Aufnahme des Bildsignals durch einen Bildsensor in drei voneinander getrennten Farbkanälen 01; 02; 03. Im vorliegenden Ausführungsbeispiels handelt es sich bei den Farbkanälen 01; 02; 03 um die Farbkanäle Rot 01, Grün 02 und Blau 03. Jeder der Farbkanäle 01; 02; 03 weist eine einstellbare spektrale Empfindlichkeit auf. Dies hat den Vorteil, dass jeder Farbkanal 01; 02; 03 in seiner Charakteristik an die Bedingungen der vorliegenden Problemstellung angeglichen werden kann. So ist es beispielsweise möglich, die spektrale Empfindlichkeit eines Farbkanals 01; 02; 03 an die spektrale Empfindlichkeit des jeweiligen Zapfens der Retina des menschlichen Auges anzupassen.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird der Spektralgehalt eines Bildes pixelweise analysiert. Zur Modellierung der beiden rezeptiven Felder Rot/Grün und Blau/Gelb des menschlichen Auges werden im erfindungsgemäßen Verfahren die Bildsensordesignale der Farbkanäle 01; 02; 03 miteinander verknüpft. Vor der eigentlichen Verknüpfung mit den Berechnungsvorschriften 04; 06 wird jedes Bildsensordesignal im Gegenfarbkanal 07; 08 einer nicht linearen Transformation 09 unterzogen. Dadurch wird dem digitalen Charakter der elektronisch erzeugten Aufnahmen Rechnung getragen. Anschließend wird jedes Signal mit einem Koeffizienten K_i ($i=1...4$) 11 gewichtet. Dadurch wird erreicht, dass eine reine Intensitätsänderung des Ausgangsbilds keinen Beitrag zu einem der Ausgangssignale 12; 13 der Gegenfarbkanäle 07; 08 liefert. Die Generierung der Ausgangssignale 12; 13 der Gegenfarbkanäle 07; 08 erfolgt analog der Generierung der Signale der rezeptiven Felder bei der menschlichen Retina. Das heißt, es wird eine Verknüpfung mittels der Berechnungsvorschriften 04; 06 der Farbkanäle 01; 02; 03 entsprechend der Verknüpfung der Zapfen der menschlichen Retina durchgeführt. Zur Schaffung des Ausgangssignals 12 des Rot/Grünen-Gegenfarbkanals 07 werden die Bildsensordesignale des roten Farbkanals 01 und des grünen Farbkanals 02 miteinander mittels der ersten Berechnungsvorschrift 04 verknüpft. Zur Generierung des

Ausgangssignale 13 des Blau/Gelben-Gegenfarbkkanals 08 wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel das Bildsensorsignal des blauen Farbkkanals 03 mit dem Minimum 14 der Bildsensorsignale des roten Farbkkanals 01 und des grünen Farbkkanals 02 mittels der Berechnungsvorschrift 06 verknüpft. Die rezeptiven Felder der menschlichen Retina sind durch ein Tiefpassverhalten charakterisiert. Dementsprechend werden im vorliegenden Ausführungsbeispiel die durch Verknüpfung erhaltenen Signale einer Tiefpassfilterung 16 mit einem Gauss-Tiefpassfilter unterzogen.

Die Fig. 2 zeigt die eigentliche Inspektion der Druckprodukte, welche zweistufig erfolgt, nämlich in einem Lernmodus 17 und einem nachgeschalteten Inspektionsmodus 18. Der Lernmodus 17 hat das Ziel der pixelweisen Generation von Referenzdatenwerten 19, die im nachfolgenden Inspektionsmodus 18 mit den Ausgangssignalen 12; 13 der Gegenfarbkkanäle 07; 08 der entsprechenden Pixel verglichen werden. Beim Lernmodus 17 werden die Bildinhalte von einem Referenzbild 21 oder von mehreren Referenzbildern 21 dadurch analysiert, dass die Bildinhalte jedes Pixels in drei Farbkkanälen 01; 02; 03 aufgenommen werden und eine anschließende wahrnehmungsgemäße Anpassung der Bildsignale jedes Farbkkanals 01; 02; 03 vorgenommen wird und nachfolgend eine Weiterverarbeitung der Bildsensorsignale nach der oben beschriebenen Gegenfarbmethode durchgeführt wird. Die für jedes Pixel erhaltenen Ausgangssignale 12; 13 der Gegenfarbkkanäle 07; 08 werden dann in einem Referenzdatenspeicher gespeichert. Um zulässige Schwankungen der Referenzbilder 21 mit zu berücksichtigen, ist es sinnvoll, wenn mehrere Referenzbilder 21 im Lernmodus 17 Berücksichtigung finden. Dadurch ist es möglich, dass die in Referenzspeicher gespeicherten Referenzdatenwerte 19', 19'' jedes Pixels eine gewisse zulässige Schwankungstoleranz aufweisen. Die Schwankungstoleranz kann entweder durch die Minimal-/ Maximalwerte oder die Standardabweichung aus den erhaltenen Daten der Bildinhalte der Referenzbilder 21 jedes Pixels festgelegt werden.

Im Inspektionsmodus 18 findet dann ein pixelweiser Vergleich der Ausgangswerte 12, 13 der Gegenfarbkanäle 07; 08 eines Inspektionsbildes 22 mit den Referenzdatenwerten 19', 19'' aus dem Referenzdatenspeicher statt. Der Vergleich kann mittels eines linearen oder nichtlinearen Klassifikators 23, insbesondere mittels Schwellwertklassifikatoren, Euklidische – Abstands - Klassifikatoren, Bayes – Klassifikatoren, Fuzzy-Klassifikatoren oder künstliche neuronale Netze, durchgeführt werden. Anschließend findet eine gut/schlecht - Entscheidung statt.

Bezugszeichenliste

- 01 erster (roter) Farbkanal
- 02 zweiter (grüner) Farbkanal
- 03 dritter (blauer) Farbkanal
- 04 erste Berechnungsvorschrift
- 05 -
- 06 zweite Berechnungsvorschrift
- 07 erster (rot/grüner) Gegenfarbkanal
- 08 zweiter (blau/gelber) Gegenfarbkanal
- 09 nichtlineare Transformation
- 10 -
- 11 Koeffizienten K_i ($i=1...4$)
- 12 Ausgangssignal d. ersten (rot/grünen) Gegenfarbkanals, Ausgangswert
- 13 Ausgangssignal d. zweiten (blau/gelben) Gegenfarbkanals, Ausgangswert
- 14 Minimum von rotem und grünen Farbkanal
- 15 -
- 16 Tiefpassfilter
- 17 Lernmodus
- 18 Inspektionsmodus
- 19 Referenzdatenwerte
- 20 -
- 21 Referenzbild
- 22 Inspektionsbild
- 23 Klassifikator, Klassifikatorsystem
- 19' Ausgangssignal, Referenzdatenwert
- 19'' Ausgangssignal, Referenzdatenwert

Ansprüche

1. Verfahren zur Analyse von Farbabweichungen von Bildern mit einem Bildsensor, wobei das vom Bildsensor empfangene Bildsignal pixelweise analysiert wird, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte;
 - Farbkanälen (01; 02; 03), wobei für jeden Farbkanal (01; 02; 03) ein Bildsensordesignal erzeugt wird;
 - Verknüpfung des Bildsensordesignals eines ersten Farbkanals (01) mit dem Bildsensordesignal eines zweiten Farbkanals (02) mittels einer ersten Berechnungsvorschrift (04) wodurch ein Ausgangssignal (12) eines ersten Gegenfarbkanals (07) generiert wird, sowie Verknüpfung des Bildsensordesignals eines dritten Farbkanals (03) mit den Bildsensordesignalen des ersten (01) und des zweiten Farbkanals (02) mittels einer zweiten Berechnungsvorschrift (06) wodurch ein Ausgangssignal (13) eines zweiten Gegenfarbkanals (08) generiert wird;
 - Klassifikation (23) der Ausgangssignale (12; 13) der Gegenfarbkanäle (07; 08).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Farbkanäle (01; 02; 03) den Grundfarben des RGB-Modells, nämlich R=rot, G=grün und B=blau entsprechen.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die spektrale Empfindlichkeit jedes Farbkanals (01; 02; 03) einstellbar ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Berechnungsvorschrift (04) eine gewichtete Differenzbildung des Bildsensordesignals des zweiten Farbkanals (02) vom Bildsensordesignal des ersten Farbkanals (01) vorsieht, und / oder die zweite Berechnungsvorschrift (06) eine gewichtete Differenzbildung der gewichteten Summe der Bildsensordesignale des ersten Farbkanals (01) und des zweiten Farbkanals (02) vom Bildsensordesignal des dritten Farbkanals (03) vorsieht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Signal zumindest eines Gegenfarbkanals (07; 08) vor und / oder nach der Verknüpfung mittels einer Berechnungsvorschrift (04; 06) einer Transformation (09), insbesondere eine nichtlineare Transformation (09), unterzogen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jedes bei einer Verknüpfung (04; 06) berücksichtigte Bildsensorsignal vor und / oder nach der Transformation (09) mit einem Koeffizienten (11) gewichtet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Gegenfarbkanal (07; 08) zumindest ein Signal mittels eines Tiefpassfilters (16), insbesondere eines Gauss-Tiefpassfilters, gefiltert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren einen Lernmodus (17) und einen Inspektionsmodus (18) aufweist, wobei im Lernmodus (17) die durch zumindest ein Referenzbild (21) erzeugten Referenzdatenwerte (19'; 19'') der beiden Gegenfarbkanäle (07; 08) in einem Referenzdatenspeicher gespeichert werden, und wobei im Inspektionsmodus (18) die durch ein Inspektionsbild (22) erzeugten Ausgangssignale (12; 13) der beiden Gegenfarbkanäle (07; 08) pixelweise mit den Referenzdatenwerten (19'; 19'') des Referenzdatenspeichers verglichen werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich mittels eines Klassifikatorsystems (23) durchgeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass lineare und / oder nichtlineare Klassifikatorsysteme (23), insbesondere Schwellwertklassifikatoren, Euklidische – Abstands - Klassifikatoren, Bayes – Klassifikatoren, Fuzzy-Klassifikatoren, oder künstliche neuronale Netze, Verwendung finden.

25.07.02

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die im Referenzdatenspeicher gespeicherten Referenzdatenwerte ($19'$; $19''$) jedes Pixels durch Analyse mehrerer Referenzbilder (21) erzeugt werden, wodurch für die Referenzdatenwerte ($19'$; $19''$) ein Toleranzfenster festgelegt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Verfahren Druckbilder analysiert werden.

Zusammenfassung

Verfahren zur Analyse von Farbabweichungen von Bildern mit einem Bildsensor, wobei das vom Bildsensor empfangene Bildsignal pixelweise analysiert wird, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte;

- Farbkanälen, wobei für jeden Farbkanal ein Bildsensorsignal erzeugt wird;
- Verknüpfung des Bildsensorsignals eines ersten Farbkanals mit dem Bildsensorsignal eines zweiten Farbkanals mittels einer ersten Berechnungsvorschrift wodurch ein Ausgangssignal eines ersten Gegenfarbkanals generiert wird, sowie Verknüpfung des Bildsensorsignals eines dritten Farbkanals mit den Bildsensorsignalen des ersten und des zweiten Farbkanals mittels einer zweiten Berechnungsvorschrift wodurch ein Ausgangssignal eines zweiten Gegenfarbkanals generiert wird;
- Klassifikation der Ausgangssignale der Gegenfarbkanäle.

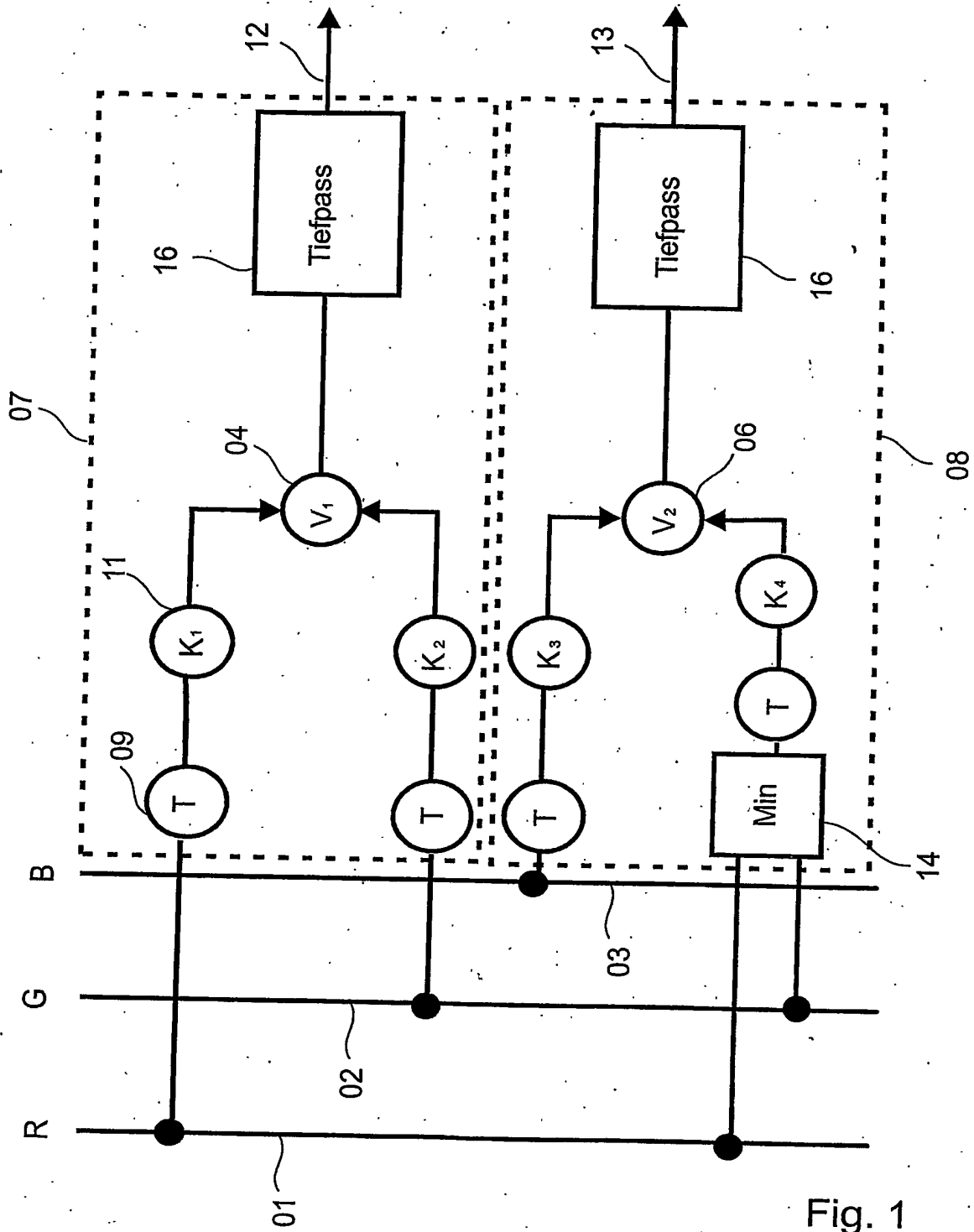


Fig. 1

2/2

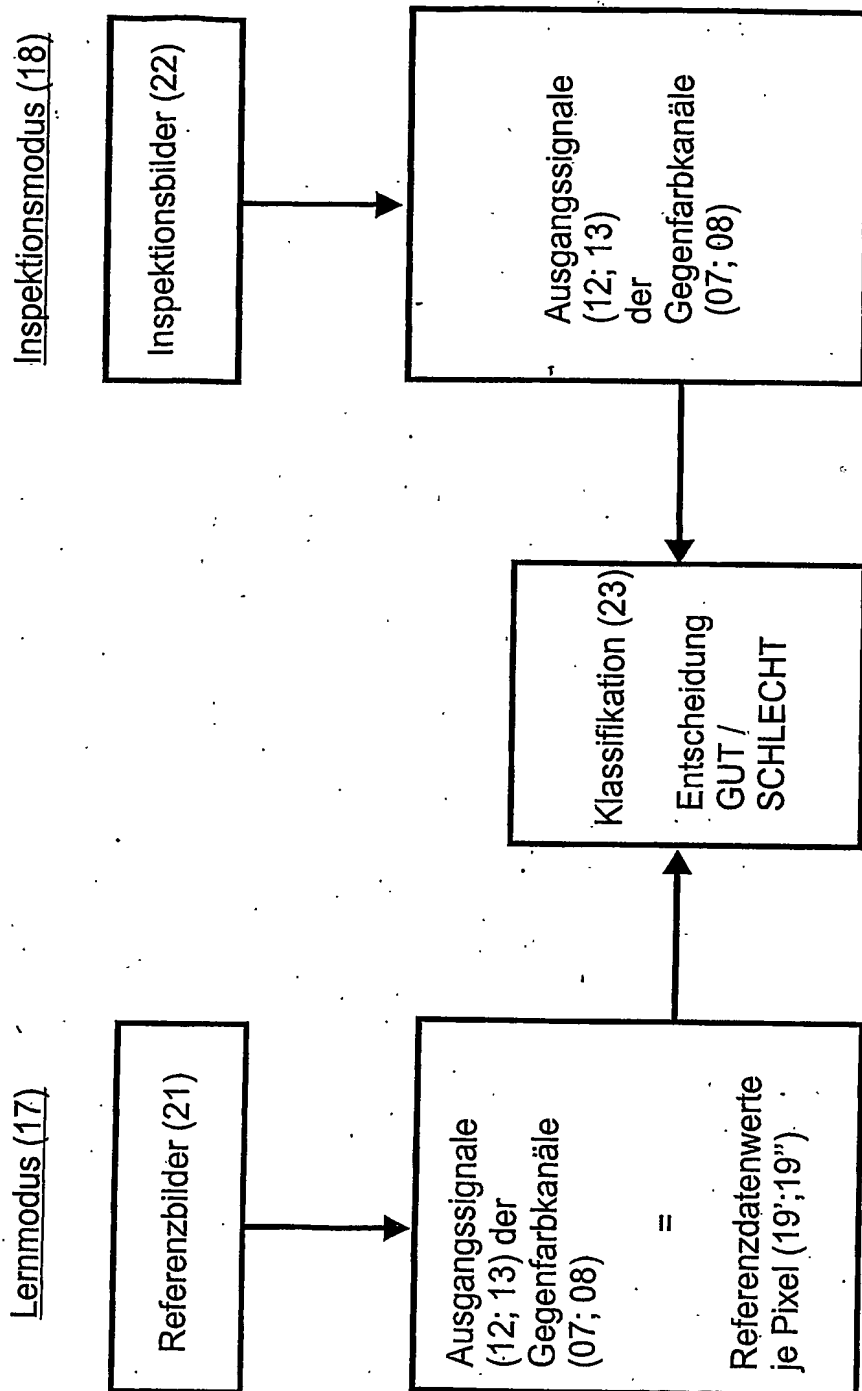


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.